

交通系统中等专业学校试用教材

船体修造工艺

(船舶修理与制造专业用)

武汉水运工业学校 华乃导 编

人民交通出版社

U671
H 74

200196

交通系统中等专业学校试用教材

船 体 修 造 工 艺

Chuantì Xiuzao Gongyì

(船舶修理与制造专业用)

武汉水运工业学校 华乃导 编

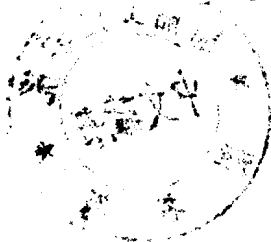


人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书以钢质船舶焊接船体的常规修造工艺为主导,按照工艺流程安排章节,系统性较强,并适当地介绍了国内外修造船新工艺,既照顾到目前我国船舶修造工艺的现状,又注意到今后工艺发展的可能性,重点内容是放样、加工、装配三个部分。书中除了阐明基本理论和工艺原则外,还介绍了一些具体的操作方法与工艺过程。

本书是中等专业学校船舶修理与制造专业的专业课教材,也可供同类专业的技工学校和职工培训之用,还可供船厂的技术人员和工人在修造各类船舶时参考。



交通系统中等专业学校试用教材

船 体 修 造 工 艺

(船舶修理与制造专业用)

武汉水运工业学校 华乃导 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 28.25 字数: 678 千

1984年6月 第1版

1984年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4,400 册 定价: 2.25 元

前 言

本书是根据一九七九年十月和一九八〇年三月召开的交通系统中等专业学校船体、船机专业教材编审会议,及其讨论通过的《船体修造工艺》教学大纲编写的,经一九八二年四月召开的教材审定会议审定为中等专业学校船舶修理与制造专业的专业课教材,计划为140学时。

本书共分两篇:第一篇船体建造工艺,第二篇船体修理工艺。

本书在编写时,尽量做到由浅入深,从易到难;在讲述常规船体修造工艺的基础上,适当地介绍了国内外修造船新工艺,既照顾到目前我国修造船工艺的现实状况,又注意了兼顾今后工艺发展的可能性。在内容安排上,第一篇主要介绍了绪论、几个基本概念、船体型线放样、构件展开、草图和样板、数学放样、船体结构用钢材、钢材预处理和号料、船体构件加工、船体预装配、船台装配、船舶建造方案、船舶下水、船舶试验等,其中重点内容是放样、加工、装配三个部分;第二篇主要介绍修船生产准备、船舶损坏形式及其修理工艺、船舶修理方案等。为了照顾学生今后工作的需要,书中除了阐明基本理论和工艺原则外,还有选择地介绍了一些具体的操作方法和工艺过程,在教学中,这些内容可由授课教师根据需要予以取舍。

遵照教育部关于新编教材均一律采用国际单位制的规定,本书采用了国际单位制,但鉴于目前国际单位制尚未普及,所以本书中保留了工程单位制。

本书由武汉水运工业学校华乃导编写,在编写过程中,承蒙武汉水运工程学院毛勋铭副教授的指导,并由原上海水运工业学校(上海船厂)林光仪工程师审定。他们对本书提出过许多宝贵意见,谨在此表示衷心的感谢。此外,原广州水运工业学校的白式竹、张其武、潘岐权,无锡船舶工业学校的程国平等同志也提出过不少好的建议与意见;同时,还得到了我校各级领导和船体教研组全体同志的热情关怀与大力支持,在此谨致谢意。

由于编者水平有限,书中难免会有不妥之处,希望广大师生和读者批评指正。

编 者

一九八二年七月一日于武昌

目 录

第一篇 船体建造工艺

第一章 绪论	1
第一节 《船体修造工艺》课的任务和性质.....	1
第二节 钢质船舶焊接船体建造工艺的主要程序.....	2
第三节 船厂总布置.....	4
第二章 几个基本概念	13
第一节 金属构件的板厚处理.....	13
第二节 几个基本定义.....	17
第三节 船体型线图概念.....	19
第四节 船体结构各构件的理论面和理论线.....	22
第五节 作图的准确性问题.....	25
第三章 船体型线放样	27
第一节 放样的作用和对放样间的技术要求.....	27
第二节 理论型线放样.....	29
第三节 首柱放样.....	48
第四节 纵横结构线放样.....	53
第四章 构件展开	63
第一节 求空间直线线段实长和几何体截面真实形状的方法.....	63
第二节 平面构件的展开.....	69
第三节 柱面的展开.....	79
第四节 锥面的展开.....	87
第五节 任意可展曲面的展开.....	90
第六节 相贯线.....	93
第七节 船体外板的近似展开.....	106
第八节 船体其它构件的近似展开.....	119
第九节 型钢构件的展开.....	128
第五章 草图和样板	133
第一节 草图绘制.....	133
第二节 样板钉制.....	143
第三节 船体结构工艺余量.....	153
第四节 比例放样概述.....	155
第六章 数学放样	157
第一节 船体型线的数学光顺.....	157

第二节	船体外板的数学展开	167
第三节	图形处理系统	172
第七章	船体结构用钢材	184
第一节	船体结构对其金属材料的基本要求	184
第二节	船体结构用金属材料的试验项目	186
第三节	一般强度船体结构钢	191
第四节	高强度船体结构钢	195
第八章	钢材预处理和号料	200
第一节	钢材的矫正	200
第二节	钢材的表面清理与防护	203
第三节	普通号料法	214
第四节	数控套料法	217
第九章	船体构件加工	219
第一节	船体构件的边缘加工	219
第二节	船体型钢构件的成形加工	248
第三节	船体板材构件的成形加工	257
第四节	船体加工车间的现代化	270
第十章	船体预装配	276
第一节	船体预装配的工艺装备	376
第二节	船体部件装配	283
第三节	船体分段装配	301
第四节	船体总段装配	316
第五节	分段和总段装配方法的选择	323
第六节	船体分段制造的生产线	325
第七节	分段和总段的吊运与翻身	329
第十一章	船台装配	336
第一节	船台类型及其工艺装备	336
第二节	船台装配的准备工作	339
第三节	船台装配方式	343
第四节	船台装配工艺	345
第五节	密性试验	362
第十二章	船舶建造方案	366
第一节	造船方案的选择	366
第二节	船体分段的划分	368
第三节	公差造船	375
第四节	生产设计	377
第十三章	船舶下水	381
第一节	船舶下水的主要方法和设施	381
第二节	纵向涂油滑道下水过程的分析	391
第三节	纵向涂油滑道下水设施和工艺措施	395

第十四章	船舶试验	406
第一节	系泊试验.....	406
第二节	倾斜试验.....	411
第三节	航行试验.....	413

第二篇 船体修理工艺

第十五章	修船生产准备	420
第一节	船舶修理的目的.....	420
第二节	船舶修理的基本任务.....	421
第三节	待修船舶的勘验.....	423
第四节	船舶的进坞与上墩.....	425
第十六章	船体损坏形式及其修理工艺	427
第一节	船体渗漏及其修理工艺.....	427
第二节	船体凹陷及其修理工艺.....	430
第三节	船体骨架的弯曲及其修理工艺.....	431
第四节	船体裂缝及其修理工艺.....	431
第五节	船体腐蚀及其修理工艺.....	432
第六节	船体破洞及其修理工艺.....	436
第七节	船体折断及其修理工艺.....	437
第八节	铆接结构改为焊接结构的修理工艺.....	438
第十七章	船舶修理方案	440
第一节	修船方案的选择.....	440
第二节	船体在修理过程中的变形.....	441
第三节	船体分区修理工艺.....	442

第一篇 船体建造工艺

第一章 绪 论

第一节 《船体修造工艺》课的任务和性质

一、《船体修造工艺》课的主要任务

船体修造工艺包括船体建造工艺和船体修理工艺两部分内容，它是在综合采用各种先进技术和现代科学管理的条件下，研究钢质船舶焊接船体的制造和修理方法与工艺过程的一门应用科学。船体制造一般分为两个阶段，即设计阶段和施工阶段。本课程研究的范围属于施工阶段，即怎样把设计阶段经过计算和试验而绘制的船舶图样转变成可以使用的实船，以及怎样保持和恢复船舶的正常技术状况与使用性能。它的主要任务是：一方面根据现有技术条件，为修造船生产制定合理的工艺措施；另一方面则是研究和发展新工艺、新技术，不断提高船舶修造的工艺水平。根据修造船舶类型、批量和船厂的生产条件，进行生产工艺设计，通常应完成下列工作：

1. 分析研究修造船方法。制订船舶建造方案并据此编制船体放样、号料、构件加工、船体装配焊接、船舶舾装、造船公差与技术测量、船舶下水等工艺规程；根据使用船舶损耗和损坏的程度、确定修复范围、编制修理工艺、技术标准以及管理办法。

2. 分析研究和编制修造船生产中使用的各种工艺计划文件，如总工艺进度表、工艺项目明细表、工艺线路表以及设备和材料定货单等。

3. 分析研究在修造船生产过程中，完成各道工序所必须掌握的工艺操作方法，制定合理的工艺操作程序，并依此设计和选择相应的工艺装备与设施，不断提高船舶修造的机械化、自动化水平；改革船舶修理工艺，将铆接结构改为焊接结构。

4. 研究制定各项施工精度标准及其相应的技术测量方法。

5. 研究新的修造船方法，建立最佳修造船生产的工艺系统。如研究船厂最佳工艺流程的布置方案、改进修造船生产的工艺布局、设计先进的流水生产线等。

6. 最大限度地应用国内外现代科学技术成果，不断地革新修造船工艺和设备。

二、《船体修造工艺》课的性质

1. 实践性强

船体修造工艺的理论知识是从修造船生产的实践中总结出来的，所以我们在学习这些理论知识时，一定要注意主动联系实际，而在今后的修造船生产实践中又需注意联系工艺理论，以便解决实际问题。还需注意，这些理论知识是会在修造船生产实践的发展变化中不断地得到丰富和提高的。

2. 综合性强

《船体修造工艺》是一门专业理论课,它综合应用了许多基础理论课知识,如《高等数学》、《普通物理》、《普通化学》、《机械制图》、《工程力学》、《金属工艺学》、《电工学》等,以及其它有关的专业理论知识,如《船体制图》、《船舶原理》、《船舶结构与强度》、《船舶设备》、《船舶焊接》等。

3. 空间概念强

船体修造工艺的主要研究对象是船体,而船体表面是一个非规则的庞大而复杂的空间曲面,船体及其各种舾装件都是具有立体感的空间几何体,因此在学习船体修造工艺时,必须具备一定的空间概念,并在学习过程中不断增强这种空间概念。

4. 灵活性大

《船体修造工艺》课介绍的是一般规律性的知识,对于不同类型的船厂、不同的设备条件、不同的技术水平,甚至不同的地区,同样型式的船舶可以有不同的修造方法。譬如分段建造法是现代造船的一般方法,要求船厂具有一定的起重运输能力。如果船厂起重运输能力很强,则可采用总段建造法。如果船厂起重运输能力很小甚至没有,则只能采用整体建造法。所以船体修造的工艺方法可以灵活多样,要从实际出发,因时、因地、因厂、因人制宜。

第二节 钢质船舶焊接船体建造工艺的主要程序

最初的钢质船舶是通过铆钉将各构件铆接在一起的,随着焊接技术的应用和发展,焊接工艺逐渐代替了铆接工艺。近几年来在船体建造中采用了电子计算机和数控技术,则进一步使船舶生产过程向机械化、自动化方向发展。目前,钢质船舶焊接船体常规建造工艺的主要程序是:

1. 船体放样

船体放样是把设计型线图按1:1的比例绘在放样间的地板上,或按1:5(或1:10)的比例绘在放样桌的台面上,或运用数学方法编成程序输入电子计算机进行数学放样。不论采用上述何种方法,均需光顺理论型线和修正理论型值,再绘出肋骨型线图并进行结构线放样,接着展开船体结构及其舾装件中的各个零件,据此提出各种放样资料供后续工序使用,如草图、样板、样箱,或投影底片、仿形图,或穿孔纸带等。

2. 船体钢材预处理和号料

对船体钢材进行矫正和表面锈斑的清理、防护等预处理工作后,再应用草图、样板、样箱,或投影底片、仿形图,或穿孔纸带等放样资料,把放样展开后的各零件图的图形及其加工、装配符号,画到平直的钢板或型钢上去,这个过程称为号料。有时号料工序还与切割工作结合进行,如光电跟踪切割机和数字程序控制切割机都是在号料的同时将零件外形切割完毕,实际上取消了号料工序。

3. 船体构件加工

号料后的钢材上有各种船体零件,需要进行切割分离,称为船体构件的边缘加工。它是通过机械剪切(如剪、冲、刨、铣等)或火焰切割等工艺方法来完成的。边缘的形状分为直线边缘、曲线边缘和焊接坡口等。经过边缘加工后的船体各个零件的表面都是平直的,其中有一部分需要弯曲成它在船体空间位置上应具有曲面或曲线形状,其弯制过程称为船体构件的成形加工。它是通过各种机械设备(如滚弯机、压力机、弯板机、折边机、撑床、肋骨冷弯机等)在常温下进行冷弯成形加工,对少数曲型复杂的构件则在高温下进行热弯成形加

工，或采用水火弯制工艺来实现。经过加工后的船体零件就是船体构件。

4. 船体装配

船体装配是把船体构件组合成整个船体的过程。因为船体建造方案不同，所以船体装配的工艺流程也不同。如分段建造法的船体装配分三个阶段进行：一是由船体零件组合成船体部件的部件装配，如 T 型梁、板列、肋骨框架、舱壁、主辅机基座、尾柱、舵、烟囱等部件的预装配；二是由船体零件和部件组合成船体分段的分段装配，如底部分段、舷侧分段、甲板分段、舱壁分段、上层建筑分段、首尾立体分段等的装配。以上两个阶段多半是在船体装配车间内进行的。三是由船体分段和零部件组合成整个船体的装配阶段，因为这个阶段是在船台上完成的，所以称为船台装配（大合拢）。

又如总段建造法的船体装配与分段建造法的船体装配相比，增加了一个工序，即将已装配好的各个分段和零部件组合成总段后，再送交船台进行大合拢。

再如传统而落后的整体建造法，其装配方式为散装法，只有两个装配阶段：部件装配和船台装配。也就是说，由船体零部件直接在船台上组合成整个船体。

5. 船舶焊接

船舶焊接是运用焊接技术并采用合理的焊接程序，将已装配妥的船体部件、分段（或总段）、整个船体的各种接缝，按照设计要求连接起来，从而使各种船体结构结合成为一个整体。实际上船舶焊接是渗透在船体装配的整个过程中的，如船体部件焊接妥了才能进行分段（或总段）的装配，分段（或总段）焊接完了才能进行船台装配等。

6. 密性试验

船体上的许多连续焊缝，特别是水下部分的外板、舱壁、舵等的焊缝必须保证水密，船上的油舱和油船的各舱则要保证油密。因此，这些部位的焊缝需要进行密性试验（气压试验、煤油试验、冲气试验和冲油试验等）来检验其质量，以防航行中漏水、漏油，确保航行安全。有些重要船舶或重要部位的焊缝质量还需运用科学仪器来检查，如超声波探伤、X 光探伤等。

7. 船舶下水

船舶虽然是一种水上工程建筑物，但却是在陆地上建造的。当船舶建造完工后，必须把它从建造区（船台或造船坞）移至水中，这个过程称为船舶下水。船舶下水的方式多种多样，一般分为三种：重力式下水、漂浮式下水和机械化下水。

8. 船舶舾装

船舶舾装的主要内容有：船体各种设备和管系的安装、电气安装、木工作业、绝缘作业、油漆作业、舱室设备安装、房间修饰等。过去除少数舾装工作（如水下部分的外壳板油漆等）在船台上进行外，大多都是在船舶下水后移泊于舾装码头进行的，所以称为码头舾装。现代造船则尽量把舾装工作提前完成，如把码头舾装工作提前到船台装配时进行，把船台上的舾装工作提前到分段或总段装配时进行（像管系的安装等），使船舶舾装工作与船体建造工程成为平行作业的方式来进行，称为预舾装。也有的是将舾装件先组装成完整的舾装单元，例如在机舱分段中，根据缩比模型设计，把机舱中各附件先在分段内进行安装，这样，就使船舶在下水前完成了大量的机舱舾装工作，下水后移泊于码头时，只花费较少的时间即可完成全部舾装工作和一些收尾工程，并作好船舶试验的准备工作。船舶舾装是一项相当复杂的工作，不仅需要各个专业工种的相互配合，而且需要生产上的合理组织与安排，以便最大限度地缩短造船的总周期。

9. 船舶试验

船舶试验包括系泊试验、倾斜试验和航行试验，分为两个阶段。

系泊试验是当系泊于码头的船舶的船体工程和动力装置安装基本完工，船厂在取得用船单位和验船部门的同意后，根据设计图纸和试验规程的要求，对该船的主机、辅机以及各种设备和系统进行的试验，其目的是检查船舶的完整性和可靠性。系泊试验是航行试验前的一个准备阶段。倾斜试验是对完工船舶重心位置的测定，要求在静水区域进行。以上是第一阶段的试验。

航行试验通常称为“试航”，它是对所建造的船舶作一次综合性的全面考核，是第二阶段的试验。按照船舶的类型，试航规定在海上或江河中进行。出航前，必须带足燃料、滑油、水、生活给养、救生器具以及各种试验仪器、仪表和专用测试工具。航行试验分为轻载试航和满载试航两种，由船厂会同用船单位和验船部门一起进行，就像正常航行时那样，不过要对主机、辅机、各种设备系统、通讯导航仪器以及该船的各种航行性能等作极限状况的试验，以测定是否满足设计要求。

10. 交船与验收

当船舶试验结束后，船厂应立即进行消除各种缺陷的返修和拆验工作，并对船舶本体和船上的一切装备按照图纸、说明书和技术文件上的项目，一一向用船单位交验，譬如逐个舱室的移交，备品的清点移交，主辅机、各种设备系统和通讯导航仪器的动车移交等。当上述工作结束后，即可签署交船验收文件，并由验船部门发给合格证书，用船单位即可安排该船参加营运。

第三节 船厂总布置

船厂总布置的任务是，根据船厂的生产纲领（产品种类和年生产量等）和建厂区域的具体条件，将船厂的各个组成部分，包括所有的建筑物、构筑物、船舶下水设施、泊岸码头、运输网路以及各种管路等加以合理地布置。这是一项综合性的工作。

一、船厂类型和生产组织

由于船厂生产纲领和具体任务以及厂址所在地的地质、地形、水文和气象等条件不同，世界上的船厂几乎没有完全相同的。但是，根据协作面和协作程度的不同，船厂大体上可分为四种类型：

1. 造船厂：

这类船厂除了制造船体外，还制造一部分主机、辅机和配件等，规模较大。

2. 造船所：

又称船舶装配厂，厂内主要制造船体和安装各种机械和舾装设备，船舶所需要的主机、辅机以及部分舾装件则由外厂协作供应。

3. 修造船厂：

这类船厂除了制造船体和主机、辅机外，还兼有修船任务。

4. 修船厂：

这类船厂主要进行船舶的修理工程。

此外，船厂还有根据其产品类型来分类的，如内河船厂、渔轮厂、工程船厂、驳船厂等；也有按照船体结构所用材料来划分的，如钢质船厂、木质船厂、水泥船厂等。

船厂生产的基本组成单位是车间。车间按其生产的对象或性质可划分为基本（生产）车间和辅助车间两类。

制造船舶产品或直接参与这种生产的车间，称为基本车间。不直接参与产品生产，但是为了保证基本车间顺利进行生产而设置的车间，叫做辅助车间。一般船厂修造船部分的基本车间大致有以下几个：

1) 船体车间：进行船体的放样、号料、加工、装配和焊接工作的车间，即完成船体的建造或修理工作的车间。在大型修造船厂中，当修船和造船任务均较大时，可分设为造船车间和修船车间；而中小型船厂则在同一车间内设造船工段（或小组）和修船工段（或小组）。

2) 安装车间：一般在大中型船厂中设置，主要进行船上所有的钳工安装工作。规模较小的船厂大都在轮机车间中附设安装工段来完成此项工作。大型修造船厂中有时还分别设立造船安装车间和修船安装车间。

3) 管子铜工车间：主要进行船上各种管系的加工装配和铜工工作。

4) 电工车间：完成船上的电器与无线电设备的安装、配套和检验工作，以及部分零件的制造工作。

5) 制材车间和烘房：进行原木的锯解和锯材的烘干工作。规模较小的船厂中则属木工车间而不独立设置。

6) 木工车间：完成船上所有木质构件的制造和安装，以及各舱室木质家具与设备的制造和安装。

7) 油漆帆缆车间：进行船舶油漆和帆缆索具等工作。

8) 起重运输车间：负责船舶的上墩、下水、进出坞以及船台滑道、码头区的起重运输工作。

9) 分段除锈车间：进行船体分段的除锈工作。

机械部分的基本车间有造机（轮机）、铸工、机械木模、锻工、热处理、电镀等车间。

船厂辅助车间包括机修、工具、动力等车间以及中央试验室（包括计量工作）和焊接试验室。

上述的车间组成，根据船厂生产性质和规模的不同而各有所异。大型船厂可按需要增设车间，实行明确分工；中小型船厂则根据情况可适当减少或合并车间。不同类型的船厂，车间设置也有差异，如造船所就明显地没有造机部分的基本车间，而且辅助车间也可相应地减少或合并；在造机规模较小的船厂中往往不设铸钢车间，其铸钢件靠外厂协作解决。

船厂的组成除上述各车间外，还有仓库、运输队、全厂性行政和技术管理机关以及医疗、生活、福利等设施。

二、船厂总布置

船厂总布置是一项综合性的工作，它不仅涉及到生产工艺、能源供应、运输方式、地质、地形、水文和气象等专业方面的问题，而且是一项政策性很强的工作。无论是新厂筹建还是老厂改建，要处理好各种错综复杂的矛盾，必须深入进行调查研究，提出各种能满足生产纲领要求的总布置方案，经过经济、技术方面的论证，最后选定合理的方案。

船厂总布置的主要原则大致有以下几点：

1. 按照国民经济发展需要而确定的船厂生产纲领（产品种类及年生产量等）来合理地进

行船厂总布置

在满足生产纲领要求和长远发展前景的条件下,进行车间的合理组合,适当采用多层建筑,节约用地,发展区集中一侧,暂不动用。老厂改建时,应尽量利用原有建筑物、构筑物以及其它设施,既要现代化,又要勤俭节约。

2.根据生产船舶的工艺流程进行船厂总布置,要求尽可能按直线运行并避免往返交叉

船厂生产的主体部分一般是指船体建造系统,其工艺流程是从钢材堆场到构件加工、船体预装配焊接、船台装配与焊接、下水、码头舾装等,在总布置中往往将它们作为一个整体而首先考虑。当前,为了减少船舶下水后的舾装工作量,缩短造船周期,机械设备和舾装件大都提前到船台上安装。因此,各个车间应以船台为中心进行布置。这样可使船体分(总)段、舾装件、机械设备等运至船台的距离最短。从船厂的材料消耗和运输情况来看,钢材加工和船体装配的比重较大,所以船厂总布置时,应优先保证从钢材堆场、构件加工、装焊场地到船台的距离尽可能缩短,且为直线运输。但是,对以修为主的修造船厂或单纯的修船厂来说,应以船坞为中心来布置车间。此外,对于较多采用总段建造法造船的船厂,因为在总段装配的同时进行总段舾装,在总段送至船台之前,总段舾装工作量的完成已是整个舾装工程的大部分,因此船台工作量相应减少,致使总布置中心相应转移到总段建造区。总之,船厂总布置时,不论是以船台为中心,还是以船坞为中心,或是以总段建造区为中心,都应先确定水工构筑物的部位,再安排陆地上各车间的位置。

由上述可知,只有了解船厂生产船舶的工艺方案和特点,才能正确地进行船厂总布置。布置时既要满足当前生产工艺的要求,又要考虑将来生产工艺的发展;既要围绕全厂的工作中心布置,又要考虑各车间的特点而加以区别对待。一般来说,船体方面的车间以靠近船台区布置为宜,而轮机、舾装方面的车间则既要靠近船台区又要靠近码头处布置,其主次程度可根据船厂性质、生产工艺特点、船台码头数量等因素来考虑确定。

3.妥善处理厂区自然条件的矛盾

由于船舶的重量和体积大、露天作业较多、与水域有密切关系,所以对厂区的地质、地形、水文、气象等自然条件要作深入的调查研究,因地制宜地进行船厂总布置。

1)地质方面:船厂一般建在河边或海边,又因船舶重量和尺寸甚大,所以要求有重型厂房、坚固的船台和船坞地基。如果厂区地下不深处有岩层,则有利于船台或船坞的建造;而厂区水域较深或底部不是岩层,则建造水工构筑物时的挖深量小且方便,能节约大量的投资。因此建厂前应先进行勘测,摸清地质情况。

2)地形方面:一般船厂要求具有平坦而略向外倾斜又不受洪水、山洪、内涝或潮汐淹没的地形,并尽量少挖、少填、少破坏水域的原始地形。在满足船舶下水要求的条件下,尽可能减少水下的挖方或陆上的填方工程量,且使填、挖土方接近平衡,以保证全厂各处土石方工程量最少,节约投资。一般陡岸地形宜采用横向下水方式,岸势较平缓时可采用纵向下水方式。山区建厂还要考虑纵坡应不大于4%,以便汽车、电瓶车等能够通行。

3)水文方面:一般船厂应有平直且足够长的岸线,以使其不易淤积,不受冲刷,可布置各种水工构筑物。船厂水域要求流速低、风浪小,以便船舶下水、上墩、进出坞等作业,而且也有利于船舶的停泊和移泊。因船厂地势一般较低,为了保证厂区免遭洪水淹没,必须慎重研究洪水水位的历史资料,合理考虑不同部位的标高,作出技术经济比较,从而得出正确的布置方案。

4)气象方面：一般船厂室外作业较多，受天气影响较大，因此对厂区的风力、风向、降雨量、降雨时间、气温变化等情况应详加调查和周密分析。如我国东南沿海有台风侵袭，北方有寒潮南下，均为大风，厂房应建在避风处。北方应在不冻水域，至少应在冰冻期短或冰层较薄的水域建厂。厂房朝向要求自然通风好，日照充足。散发有害气体的锻工、铸工、电镀等车间应布置在夏季主导风的下风方向。对夏热冬冷，降雨天数多且雨量大的地区，要采取降温防寒措施和遮蔽措施，最好盖有大船棚或兴建室内船台。

4.合理选择厂内运输方式

船厂的生产过程是将原材料、半成品等运入，经过加工、装配、焊接和安装后，再将成品运出，其工艺流程是否合理，主要表现在运输线路的长短上。因此，在船厂总布置时，既要使运输线路最短，又要使工艺流程合理，避免货流与人流交叉、迂回和相互干扰，以提高生产率，降低产品成本。厂内运输通常有铁路和道路两种方式，一般优先考虑道路运输，因为它具有方便、经济、灵活等优点，不过道路要求平坦且坡度小。

5.符合安全和卫生要求

为了保证正常生产，应考虑消除或减少对安全和卫生等有害的因素，如烟、灰尘、有害气体、不良气味、噪音、放射线等，使船厂总布置能符合国家制订的有关标准和规范。

1)防火要求：应根据厂房车间等建筑物的耐火等级，确定它们之间有10~20米的合理防火间距，万一失火时也不致蔓延，并且便于消防车及时赶到现场。

2)防爆要求：有爆炸危险的建筑物要适当布置，以防引起爆炸。如大型乙炔站（生产量在100米³/小时以上）距氧气站应不少于300米，且在下风位置；乙炔站距离明火车间应不少于50米，并在其上风方向。氧气站不要在焊接工作场地附近或其下风方向。贮有易爆品的仓库必须采取有效的防护措施，与其它建筑设施留有一定的安全距离。

3)防震要求：锻工车间的汽锤、铸工车间的碎铁装置以及空气压缩机等震源，对精密设备和精细工作均有影响，因此在布置如放样间、铸工造型、机械加工、计量室、中央试验室等从事精细工作的地点时，应避开震源，或保持一定的距离。

4)卫生要求：厂房朝向既要通风良好，又要防止北风呼号；既要日照充足，又要防止酷暑西晒，对于低矮厂房和热加工车间，尤其如此。铸造、电镀、锅炉、煤气、锯木等产生有害气体和大量灰尘的车间，应布置在船厂的下风方向。地炉火工间应与船体车间分开布置。发出噪音（70分贝以上）的车间常布置在偏僻的地方。

以上是船厂总布置的主要原则，实际上它的牵涉面很广，需要考虑的问题很多，要全面地进行综合分析，先抓主要矛盾，再处理次要矛盾。譬如：既要考虑生产工艺流程，又要节约投资，缩短基建时间；既要保证船厂总布置的合理性，又要考虑与外界联系的方便性；既要布局紧凑，又要注意可能的发展；既要少占农田，又要少挖少填；既要布置平面，又要照顾标高；既要选择好水工构筑物的位置，又要安排好陆上建筑物和地下管道的位置。所以，进行船厂总布置时，往往要画出各种总布置方案的草图，计算出各种技术经济指标，进行比较，然后确定最佳的总布置方案。

表征船厂总布置方案的主要技术经济指标有：

1)年加工量：指船厂每年加工船体钢材的总重量（万吨）。

2)船厂面积：指厂区和厂前区面积的总和（平方米或米²，以往生产上用公顷，1公顷=10⁴米²）。

3)建筑面积：指船厂内全部建筑物面积的总和（平方米）。

4)建筑系数:指船厂内全部建筑物、构筑物、露天仓库、堆场、电焊平台、门式吊车、船台等所占的面积与船厂总面积之比(%)。

5)每公顷(10^4米^2)产量:指每公顷●厂区面积平均加工钢材的重量(吨/公顷)。

6)道路长度:指每公顷厂区面积平均的道路长度(米/公顷)。

7)铁路长度:指每公顷厂区面积平均的铁路长度(米/公顷)。

8)码头长度:指每公顷厂区面积平均的码头长度(米/公顷)。

9)岸线长度:指每公顷厂区面积平均的岸线长度(米/公顷)。

10)船台数量:指全厂船台数总和(座)。

11)土方工程量:指厂区总的挖填土方量(米^3)。

12)总运输量:指每吨钢材平均所需运入、运出和厂内运输的总和(吨/每吨钢材)。

13)运入量:指每吨钢材平均的运入量(吨/每吨钢材)。

14)运出量:指每吨钢材平均的运出量(吨/每吨钢材)。

15)厂内运输量:指每吨钢材平均的厂内运输量(吨/每吨钢材)。

16)围墙长度:指厂区全部围墙长度的总和(米)。

17)绿化系数:指厂区种树面积与船厂总面积的百分比(%)。

18)总人数:指每公顷(10^4 平方米)厂区面积平均的船厂总人数(人/公顷)。

表1-1是船厂总布置的部分技术经济指标参考数据。

船厂总布置的部分技术经济指标参考数据

表1-1

指标名称	单位	海洋修造船厂	造船厂	内河修造船厂
年加工量	万吨	2.0~2.5	1.5~2.5	0.05~3.5
船厂面积	公顷	40~60	35~40	2.5~55
建筑系数	%	35~40	~35	30~40
每公顷产量	吨/公顷	350~550	250~350	150~900
道路长度	米/公顷	约150	约150	120~220
码头长度	米/公顷	15~20	约10	10~20
总运输量	吨/吨	15~23	14~19	—
运入量	吨/吨	4.5~6.0	4.5~5.0	—
运出量	吨/吨	1.5~2.5	1.1~1.8	—
厂内运输量	吨/吨	9~14	8~12	—
总人数	人/公顷	200~300	160~175	150~180

船厂总布置型式随厂区条件的不同,大致可分为下述四种类型:

1.“I”字型

这种型式是按图1-1所示的船体建造工艺流程安排的。它是将经过矫正、号料的钢材送入船体加工车间加工后,经中间仓库进行构件

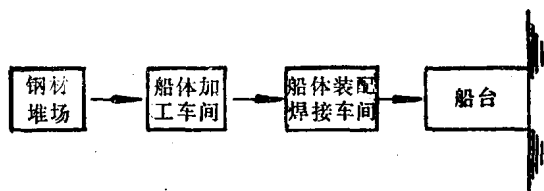


图1-1 “I”型工艺流程示意图

● 在国际单位制中,面积单位为平方米,1公顷= 10^4米^2 。

分类，再送到船体装配焊接车间装焊成分段，最后送上船台进行合拢并下水。采用这种布置型式时，钢材运输途径为最短且呈直线方式。这只有当厂区面对岸线有较大的纵深或濒临水域只有狭长的岸线时才能实现，如图1-2所示为船厂“Ⅰ”型总布置实例。

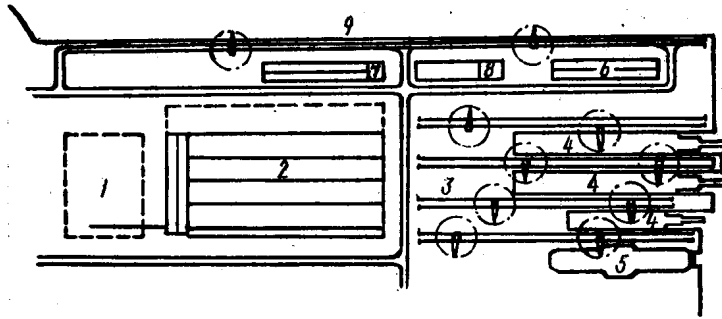


图1-2 “Ⅰ”型总布置实例

1-钢材堆场；2-船体联合车间；3-电焊平台；4-船台；5-船坞；6-船台安装车间；7-舾装车间；8-油漆帆缆车间；9-码头

2. “L”字型

当厂区受到地形限制，如面对岸线纵深较小时，可将车间与船台（或造船坞）布置成直角或一定角度的“L”型，其工艺流程如图1-3所示。该布置型式在分段装配焊接后流程转了一个方向，如图1-4所示之实例。

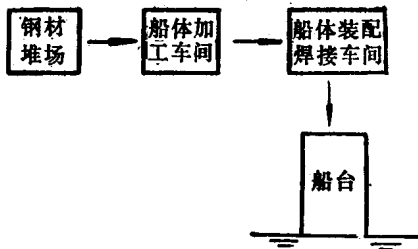


图1-3 “L”型工艺流程示意图之一

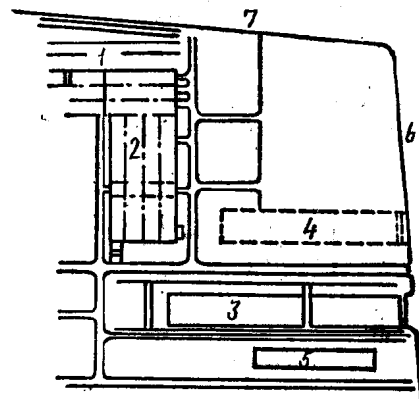


图1-4 “L”型总布置实例之一

1-钢材堆场；2-船体车间；3-造船坞；4-修船坞；5-舾装车间；6-码头；7-码头

此外，图1-5所示为另一种“L”型工艺流程，它是将装配焊接完工后的分段或总段侧向送上船台（或造船坞）进行合拢的，这样可以减少起重吊运的行程，直接将各分（总）段送至船台（或造船坞）的装配部位，如图1-6所示之另一实例。

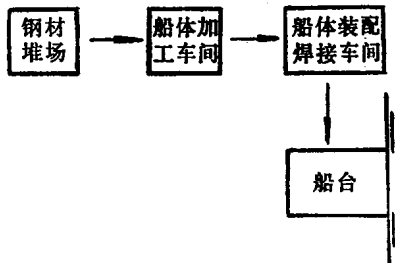


图1-5 “L”型工艺流程示意图之二

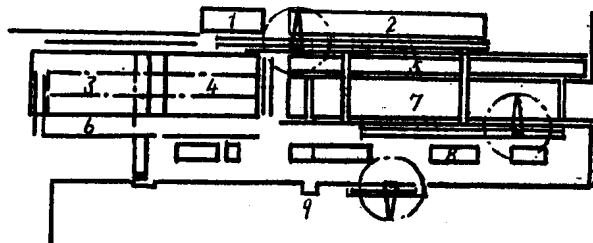


图1-6 “L”型总布置实例之二

1-装配场；2-堆场；3-加工车间；4-装配车间；5-总段装配平台；6-钢材堆场；7-造船坞；8-舾装车间；9-舾装码头

3. “T” 字型

为了解决面对岸线纵深较小的矛盾，也可以将建造船体的有关车间布置成与船台（或造船坞）的中央成垂直的“T”型，其船体建造工艺流程如图 1-7 所示。这种布置的特点是向船台（或造船坞）中央提供分段，可以使船台（或造船坞）。起重机吊运分段的

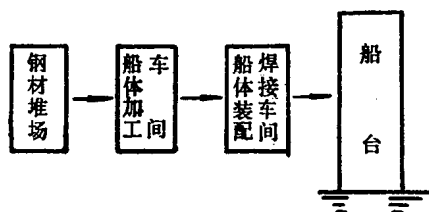


图1-7 “T”型工艺流程示意图

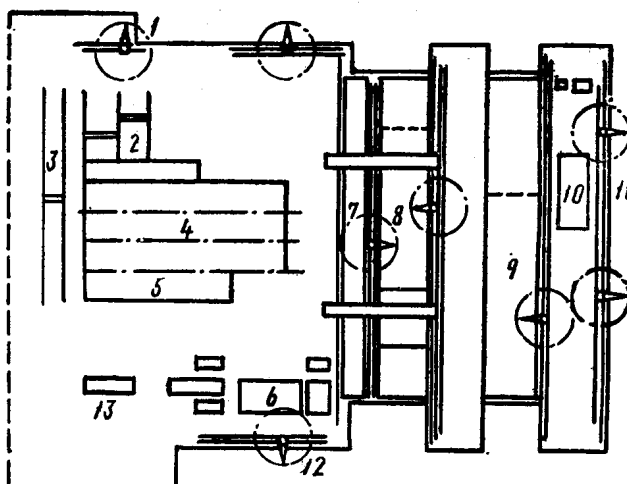


图1-8 “T”型布置实例

1-钢材卸货码头；2-钢板堆场；3-型钢堆场；4-船体车间；5-管子铜工车间；6-舾装件仓库；7-总段装配场；8-造船坞；9-修船坞；10-修船车间；11-修船码头；12-舾装码头；13-办公楼

距离最短。但是必须解决好分段的运输方法，使它能与船台吊车衔接起来。如图 1-8 所示为按“T”型方式布置的船厂实例。

4. “U” 字型

这种型式的工艺流程如图 1-9 和图 1-10 所示。这种总布置适合于纵深较小，而且无法按照上述三种方式布置的船厂，如图 1-11 所示为某船厂的“U”字型布置实例。

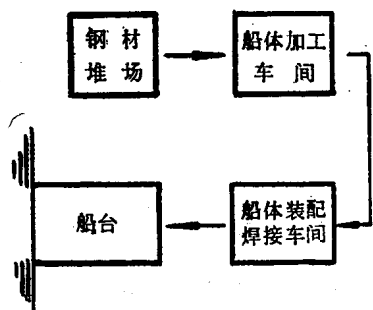


图1-9 “U”型工艺流程示意图之一

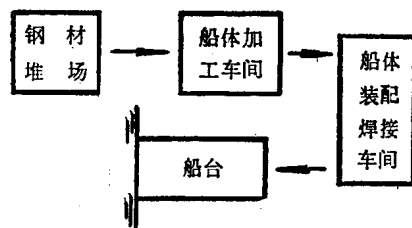


图1-10 “U”型工艺流程示意图之二

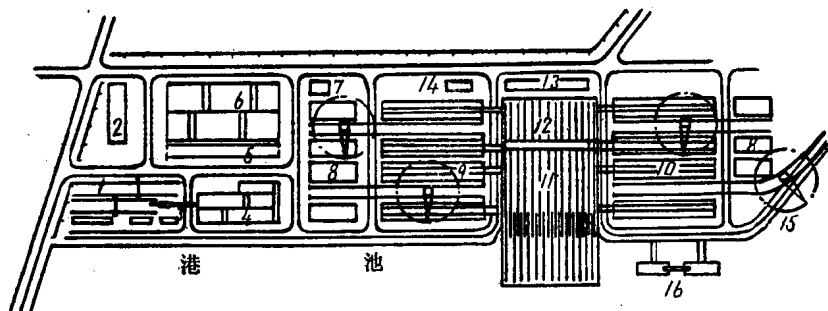


图1-11 “U”型布置实例

1-钢材库；2-放样间；3-光学投影塔；4-船体加工车间；5-船体零件库；6-船体装配焊接车间；7-船体分段除锈间；8-露天电焊平台；9-造船船台；10-修船船台；11-横移区和下水滑道；12-横移架；13-绞车室；14-配电变电所；15-舾装码头（固）；16-舾装码头（浮）